

Miként befolyásolja az élőhely mérete a fitoplankton aktuális diverzitását?

Görgényi Judit¹, Bolgovics Ágnes², Borics Gábor¹

¹MTA, ÖK, BLI, Tisza-kutató Osztály, 4026. Debrecen, Bem tér 18/c.

²Debreceni Egyetem Hidrobiológia Tanszék, 4032. Debrecen, Egyetem tér 1.

Kivonat: Az élőhely mérete és az alga biomassa aktuális diverzitása közötti összefüggést vizsgáltuk fitoplankton esetén. Mintavételi területként a Nagyiván melletti bombázó lőteret jelöltük ki, ahol 36db. 10^{-2} m² és 10^2 m² közötti mérettartományba eső habitátokat mintáztunk. A diverzitás mérőszámaként a taxonszámot alkalmaztuk. A teljes fajkészlet tekintetében az élőhely méret és az aktuális diverzitás – a mintában véletlenszerűen jelenlévő bentikus szervezetek miatt – nem mutatott szoros kapcsolatot. Ezzel szemben az euplanktonikus taxonok esetén a log.terület-fajszám kapcsolat szoros, exponenciális összefüggést mutatott. A görbe jellege arra utal, hogy a 10^2 m² méretű vizek esetén fajtelítődésről még nem beszélhetünk. Vizsgálatainkat nagyobb méretű állóvizekre vonatkozó adatokkal kiegészítve egy, az irodalomban ritkán megfigyelhető szinusz jellegű függvénygörbével leírható összefüggést találtunk, mely ~40 faj esetén mutat telítődést.

Kulcsszavak: töméret, euplankton, aktuális fajszám,

Bevezetés

A faj-terület összefüggést több mint 100 éve kutatják az ökológusok (Arrhenius, 1921; Gleason, 1922; Preston, 1962; McArthur és Wilson, 1967; Williamson, 1989). Általános szabály, hogy minél nagyobb területet vizsgálunk, annál nagyobb a megfigyelt fajok száma. Az összefüggés matematikai leírására már a múlt század húszas éveiben sor került, s ezekről Báldi (1998) munkájában találhatunk áttekintést. Arrhenius (1921) a hatvány modellt ($S=CA^z$) tartotta a legmegfelelőbb közelítésnek, ahol S a fajszám, A a terület, C és z pedig az adott élőlénycsoportra jellemző konstansok. A képletnek gyakran a logaritmus alakját használják: $\log S = \log C + z \log A$. Az exponenciális modellel történő megközelítés Gleason (1922) nevéhez fűződik, aki az alábbi képlettel írta le a fajszám-terület összefüggést: $S = \log C + z \log A$. A fajszám-terület görbéjének a leírására Connor és McCoy (1979) valamint Coleman et al. (1982) szerint a véletlenszerű elhelyezkedés, vagy passzív mintavétel modellje ($s(\alpha) = S - \sum (1-\alpha)^{n_i}$) is alkalmazható, ahol s a várt fajszám, α a relatív terület, n_i pedig az i -dik faj abundanciája. (A formula valójában egy S -fajszámú közösségből random mintavétellel becsült rarefaction fajszám becsült értékét adja meg végtelen nagy közösség esetén). Preston 1962-ben vetette föl annak lehetőségét, hogy a terület-fajszám görbe szigmoid jellegű is lehet, azaz a fajszám hirtelen növekedését, ill. tetőződését, egy csekély emelkedésű szakasz előzi meg. Jóllehet a szigmoid lefutású görbék egy neutrális modellből levezethető, random mintavétel esetén elméletileg megalapozottak (Lomolino, 2000), terepi vizsgálatok azonban még nem támasztották alá. Jelen kutatásunk során azt vizsgáltuk, hogy van-e összefüggés a fitoplankton aktuális diverzitása és a vizek mérete között? Hipotézisünk az volt, hogy a szigmoid jelleg az aktuális diverzitás esetén is igazolható, amennyiben kellően kisméretű vizeket is bevonunk a vizsgálatokba.

Anyag és módszer

A mintavételi terület a Nagyiván melletti egykori bombázó lőter volt, ahol több ezer (10^0 – 10^2 m² kiterjedésű) bombakráter keletkezett, melyek mára kicsiny (0,5-2 m mély) tavacskákká alakultak. A terület közvetlen közelében az állatjárások miatt kisebb 10^{-2} – 10^{-1} m² vizek is kialakulnak időszakos jelleggel. Munkánk során 36db 10^{-2} és 10^2 m² közötti mérettartományba eső habitátokat mintáztunk. A fitoplankton mintákat úgy gyűjtöttük, hogy valamennyi mérettartományba legalább öt víztér kerüljön.

A terület időnként víz alá kerül, ami vizsgálataink szempontjából azért hasznos, mert a terület mikroflórája ezáltal homogenizálódik. A mintavételekre 2011 szeptemberében került sor. A mintavétel során rögzítettük a mintavételi helyek koordinátáit, meghatároztuk a vizek alakját és átmérőit. Az elektromos vezetőképesség és a pH mérését a hely-

színen végeztük. Fitoplankton vizsgálatokra 0,2 l vízminta került begyűjtésre minden egyes víztérből. A mintákat a vizek felszínéről merítettük, és a helyszínen formalin oldattal rögzítettük, majd hűtőben tároltuk feldolgozásig. A fitoplankton minták feldolgozása során 400 egyed került megszámlálásra, majd azt követően a teljes kamrát átvizsgáltuk és feljegyeztük a még nem látott taxonokat. A terület fajszám összefüggés vizsgálata során csak az euplanktonikusnak tekinthető taxonok kerültek bevonásra. Egyrészt azért, mert a mintavétel során számos bentikus elem is a mintába került (bentikus kovaalgák, cianobaktériumok), másrészt pedig szembesülnünk kellett azzal a ténnyel, hogy az egyébként metafitikusnak tartott euglenofitonok a leggyakrabban is kialakíthatnak diverz közösségeket. Így a vizsgálatok során csak azon euplanktonikus szervezeteket vettük figyelembe, melyek a kamrák teljes átnézését követően kerültek rögzítésre. A diverzitás mérőszámaként a taxonszámot használtuk. A bombatér mintázott vizek mérete 10^{-2} és 10^2 közötti mérettartományba esett. Ahhoz azonban, hogy még nagyobb mérettartományt tekinthessünk át, kutatásunkba bevtünk néhány közelben lévő, nagyobb felületű, 10^4 ill. 10^6 -on nagyságrendű állóvíz fitoplankton vizsgálatának eredményeit is.

Eredmények

Vizsgálataink során 148 taxon jelenlétét igazoltuk. Különösen gazdag csoportnak bizonyultak az Euglenophyta (57) és Chlorophyta (43) divíziók. A legkisebb vizeket bentikus szervezetek és euglenofitonok uralták. A vizek méretének növekedésével a mikroflóra euplanktonikus elemekben gazdagodott.

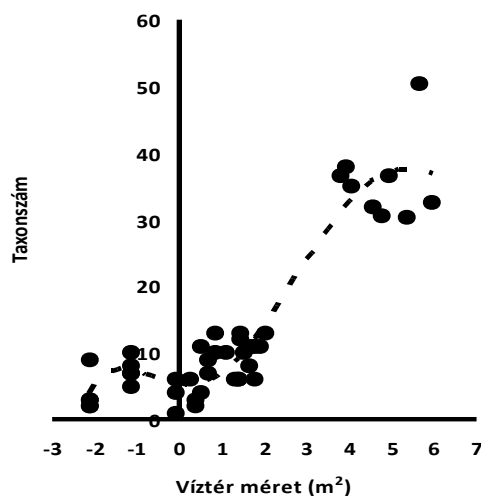


Fig. 1. A vizek mérete és a taxonszám közötti összefüggés. (Az összefüggés logisztikus jellegét a szaggatott vonal illusztrálja)

Megfigyelt taxonok listája

Chrysophyceae

Chrysococcus cf. rufescens Klebs

Ochromonas sp.

Xanthophyceae

Trachydiscus sp.

Bacillariophyceae

Achnanthes sp.

Amphora veneta Kützing

Epithemia sp.

Eunotia sp.

Fragilaria sp.

Gomphonema acuminatum Ehrenberg

Gomphonema sp.1

Gomphonema sp.2

Navicula sp.1

Navicula sp.2

Nitzschia cf. acicularis (Kützing)

W.Smith

Nitzschia reversa W.Smith

Nitzschia sp.1

Nitzschia sp.2

Nitzschia sp.3

Nitzschia sp.4

Rhopalodia gibba (Ehrenberg) Otto Müller

Surirella brebissonii Krammer & Lange-Bertalot

Chlorophyta

Klebsormidiales

Klebsormidium sp.

Mougeotia sp.

Chlorococcales

Ankistrodesmus bibraianus (Reinsch)

Korshikov

Chlorella sp.

Eutetramorus sp.

Micractinium pusillum Fresenius

Monoraphidium arcuatum (Korshikov)

Hindák

Monoraphidium contortum (Thuret)

Komárková-Legnerová

Monoraphidium minutum (Nägeli)

Komárková-Legnerová

Monoraphidium tortille (West &

G.S.West) Komárková-Legnerová

Oocystis sp.

Scenedesmus acutus Meyen

Scenedesmus arcuatus Lemmermann

Scenedesmus cf. ecornis (Ehrenberg)

Chodat

Schroederia setigera (Schröder)

Lemmermann

Tetrastrum sp

Westella sp.1

Westella sp.2

Desmidiales

Closterium sp.2

Closterium sp.1

Cosmarium sp.1

Cosmarium sp.2

Phytomonadina

Chlamydomonas metastigma Stein

Chlamydomonas sp

Gonium pectorale Müller

Lobomonas sp.

Pandorina morum (O.F. Müller) Bory

Phytomonadina sp.

Scherffelia sp.

Tetrasporales sp.

Oedogoniales

Oedogoniales sp.

Microsporaceae

Microspora sp.

Microsporopsis sp.

Zygnemales

Spirogyra sp.

Zygnema sp.

Ulotrichaceae

Stichococcus sp.

Ulothrix cf. tenuissima Kützing

Ulothrix sp

Chaetophorales

Stigeoclonium sp.

Cryptophyta

Cryptomonas sp.1

Cryptomonas sp.2

Cryptomonas sp.3

Rhodomonas cf. minuta Skuja

Cyanophyta

Anabaena sp.1

Anabaena sp.2

Anabaena sp.3

Anabaenopsis elenkinii V.V.Miller

Aphanocapsa sp.1

Aphanocapsa sp.2

Aphanocapsa sp.3

Cylindrospermum sp.

Jaaginema metaphyticum Komárek

Komvophoron skujae Anagnostidis & Komárek

Microcystis sp.

Nostocales sp.

Oscillatoria cf. limosa Agardh

Oscillatoria sp.

Planktolyngbya sp.

Planktothrix sp.

Pseudanabaena cf. biceps Böcher

Pseudanabaena limnetica

(Lemmermann) Komárek

Pseudanabaena sp.

Pseudanabaena tenuis Koppe

Spirulina sp.

Dinophyta

Dinophyta sp.

Glenodinium sp.1

Glenodinium sp.2

Gymnodinium sp.

Peridiniopsis sp.

Peridinium cinctum (O.F.Müller)

Ehrenberg

Peridinium sp.

Peridinium umbonatum Stein

Euglenophyta

Astasia cf. granulata Pringsheim

Astasia cf. lagenula (Skhewiakow)

Lemmermann

Astasiacf. longa Pringsheim

Colacium sp.

Euglena acus (O.F.Müller) Ehrenberg

Euglena caudata Hübner

Euglena cf. allorgei Deflandre

Euglena cf. polymorpha Dangeard

Euglena cf. sanguinea Ehrenberg

Euglena cf. sociabilis Dangeard

Euglena clavata Skuja

Euglena geniculata Dujardin

Euglena korshikovii Gojdics

Euglena limnophila Lemmermann

Euglena limnophila var. minor

Drezepolski

Euglena oxyuris Schmarda

Euglena palmelloid állapot

Euglena pisciformis Klebs

Euglena proxyma Dangeard

Euglena sp.

Euglena texta (Dujardin) Hübner

Euglena variabilis Klebs

Lepocincilis globula Perty

Lepocinlis conica Allorge & Lefèvre

Lepocinlis fusiformis (Carter)

Lemmermann

Lepocinlis ovum (Ehrenberg)

Lemmermann

Menodium cf. tortuosum (Stokes) Senn

Menoidium pellucidum Perty

Petalomonas sp.

Phacus alatus Klebs

Phacus caudatus Hübner

Phacus cf. agilis Skuja

Phacus cf. lismorensis Playfair

Phacus cf. phyrum (Ehrenberg) Stein

Phacus cf. plataleus Drezepolski

Phacus cf. wettsteinii Drezepolski

Phacus curvicauda Swirenko

Phacus globosus Pochmann

Phacus longicauda (Ehrenberg) Dujardin

Phacus orbicularis Hübner

Phacus pyrum (Ehrenberg) Stein

Phacus sp. Dujardin

Phacus suecicus Lemmermann

Rhabdomonas sp.

Strombomonas deflandrei (Y.V. Roll)

Deflandre

Strombomonas lanceolata (Playfair)

Deflandre

Trachelomonas cf. bernardiensis Vischer

Trachelomonas sp.1

Trachelomonas sp.2

Trachelomonas sp.3

Trachelomonas sp.4

Trachelomonas sp.5

Trachelomonas sp.6

Trachelomonas sp.7

Trachelomonas verrucosa Stokes

Trachelomonas volvocina Ehrenberg

Trachelomonas volvocinopsis Swirenko

Proteobacteria

Chromatium sp.

A vizsgálatainkba bevont vizek mérete között 8 nagyságrendnyi különbség volt.

A terület és a taxonszám kapcsolata szigmoid jellegű összefüggést mutatott (**Fig 1**). Kis mérettartományban a taxonszám mérsékelt növekedést mutatott, amit hirtelen emelkedés követett. A legalacsonyabb mérettartományban (10^{-2} – 10^0 m²) a taxonszám kisebb ingadozást mutatott ($N \sim 5$ – 10). A már valóban kis tónak tekinthető vizekben (10 – 10^2 m²) többnyire 10 fölött volt az euplanktonikus szervezetek száma. A 10^4 és 10^6 m² nagyságrendű állóvizek fitoplanktonja többnyire 30–40 taxonnal volt jellemezhető. Ebben a mérettartományban taxonszám növekedés nem volt megfigyelhető, ide esett a görbe platója.

Diszkusszió

Florisztikai szempontból a vizsgált kisvizek meglepően fajgazdagnak bizonyultak. Az euglenofitonok taxonszáma a nagyobb vizek, láptavak, holtágak ill. egyéb tavak taxonszámához mérhető (Borics és mtsai 1998, 2008; Krasznai és mtsai. 2010, Padisák, 1992). A dinoflagelláták megjelenése a kis vizekben különösen érdekes, mert ezek a taxonok olyan vizekben gyakoriak, ahol a vízszlop stabilitásával kell számolni (Borics és mtsai 2011). Ezek a taxonok többnyire a >1 m² méretű vizekben jelentkeztek, melyek jelentősebb mélységűek és az ezeket szegélyező helofitonok miatt szelektív védettek, ami akár stabil vízszlopot is eredményezhet. A terület–fajszám kapcsolat jellege számos makroorganizmus csoport esetén ismert, a mikroszkopikus méretű élőlényekkel kapcsolatos vizsgálatok száma azonban csekély. A fitoplankton fajgazdagsága és a víztér mérete közötti kapcsolat összefüggését Smith és mtsai. (2005) vizsgálták. Munkájuk során 10^{15} nagyságrendnyi mérettartományt fogtak át a kisméretű mesterséges aquakultúráktól az óceánokig. Véleményük szerint az összefüggés hatványfüggvényre írható le. Jelen vizsgálataink eredményei ezzel szemben azt a hipotézist igazolták, mely szerint az összefüggésnek logisztikus jellegűnek kell lennie. A legkisebb mérettartományba eső vizek esetén általunk is megfigyelt taxonszám ingadozás Brown és Lomolino (1998) szerint ún. kisméretű hatással magyarázható, azaz a kisméretű élőhelyek esetén a fajösszetételt a sztochasztikus (véletlentől függő) folyamatok jelentősen befolyásolhatják. Esetünkben az 1 m² körüli vizek taxonszáma volt a legalacsonyabb, ugyanis ezek felszínét úszólevelű hínarak is fedték, körülöttük pedig sűrű helofiton szegélynövényzet alakult ki, így a fitoplankton számára kedvezőtlen feltételek alakultak ki. Vizsgálataink azt igazolták, hogy a fitoplankton fajszáma a 10^4 -en m² nagyságrendű vizek esetén már tetőzik, azaz ennél nagyobb vizek esetén már nem várható fajszámnövekedés.

Olyan élőlénycsoport esetén, ahol számos eltérő fajkészletű asszociáció is kialakulhat egy év során a két kérdés megválaszolása más mintavételi stratégiát igényel. Aktuális fajszám tekintetében elmondható, hogy a nagyobb vizek irányába növekedés nem várható, hiszen a legnagyobb vizek esetén sem kell azzal számolnunk, hogy 30–50 taxonnál több fordulna elő az adott mintában (Kautsky és Kautsky, 1989). Vizsgálataink igazolták, hogy egyrészt a kis méretű vízfelszín nem jelent akadályt a benépesítés szempontjából, másrészt a mikroszkopikus méretű élőlények számára

már egy néhány négyzetméter kiterjedésű víztérben is változatos mikrohabitatok alakulhatnak ki (mind térben, mind időben).

Eredményeink természetvédelmi vonatkozásai úgy összegezhetők, hogy a mikroszkopikus méretű élőlények védelme szempontjából a kisebb méretű, eusztatikus vizek is jó fajmegtartóképességgel bírnak, így ezek esetén az élőhely méretének esetleges csökkenése nem jár olyan kockázattal, mint makroszkopikus taxonok esetén.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az OTKA K 104279 támogatta. Köszönettel tartozunk dr. Tóthmérész Bélának a kéziratához fűzött kritikai észrevételeiért.

Irodalom

- Arrhenius, O., 1921: Species and area. *J. Ecol.* 9: 95–99.
- Báldi, A., 1998: Review of the models and theories of the species-area relationship. *Ornis Hungarica* 8 Suppl. 1: 41–48.
- Borics, G., Oldal I., Grigorszky I., Padisák J., Péterfi S. L., Momeu L., 1998: Adatok a Baláta-tó algaflórájához. *Hidrológiai Közöny* 78: 276–278.
- Borics, G., Krasznai E., Várbíró G., Abonyi A., Grigorszky I., Szabó S., 2008: Néhány Tisza-menti holtág jellegzetes fitoplankton asszociációi. *Hidrológiai Közöny* 88:(6) 34–36.
- Borics, G., Abonyi A., Krasznai E., Várbíró G., Grigorszky I., Szabó S., Deák Cs., Tóthmérész B., 2011: Small-scale patchiness of the phytoplankton in a lentic oxbow. *Journal of Plankton Research* 33:(6) 973–981.
- Brown, J. H., Lomolino, M. V., 1998: *Biogeography*. Sinauer Associates, Inc., Massachusetts.
- Coleman, B. D., Mares, M. A., Willig, M. R., Y.-H. Hsieh., 1982: Randomness, area, and species richness. *Ecology* 63: 1121–1133.
- Connor, E. F., McCoy E. D., 1979: The statistics and biology of the species-area relationship. *The American Naturalist* 113: 791–833.
- Gleason, H. A., 1922: On the relation between species and area. *Ecology* 3: 158–162.
- Kautsky, L., Kautsky, H., 1989: Algal species diversity and dominance along gradients of stress and disturbance in marine environments. *Vegetatio* 83: 259–267.
- Krasznai, E., Borics G., Várbíró G., Abonyi A., Padisák J., Deák Cs., Tóthmérész B., 2009: Characteristics of the pelagic phytoplankton in shallow oxbows. *Hydrobiologia* 639: 173–184.
- Lomolino, M. V., 2000: Ecology's most general, yet protean pattern: the species-area relationship. *Journal of Biogeography* 27: 17–26.
- MacArthur, R. H., Wilson E. O., 1967: *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton.
- McGuinness, K. A., 1984: Equations and explanations in the study of species-area curves. *Biology Reviews* 59: 423–440.
- Preston, F. W., 1962: The canonical distribution of commonness and rarity: Part I. *Ecology*, 43, 185–215.
- Padisák, J., 1992: Seasonal succession of phytoplankton in a large shallow lake (Balaton, Hungary)—a dynamic approach to ecological memory, its possible role and mechanisms. *Journal of Ecology* 80: 217–230.
- Smith, V. H., Foster B. L., Grover J. P., Holt R. D., Leibold M. A., F. de Noyelles Jr., 2005: Phytoplankton species richness scales consistently from laboratory microcosms to the world's oceans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 102:(12) 4393–4396.
- Williamson, M., 1989: The MacArthur and Wilson theory today: true but trivial. *Journal of Biogeography* 16: 3–4.

Abstract: Actual diversity-area relationship was investigated for phytoplankton. The sites (36 bomb-craters and other small pools) of 10^{-2} – 10^2 m² were selected at a former shooting-ground in the proximity of Nagyván village. As diversity metric species number was used. There was no clear relationship between the log-area and the overall species pool. In the contrary, for euplanktic taxa the relation was exponential. We supplemented our database with data of larger (10^4 – 10^6 m²) water bodies. For this extended range the species-log area curve appeared to be sigmoid. Saturation of the species number ($N \sim 30$ – 40) was observed even in the 10^4 m² range.